

# Index

## Symbolen

- !, 80, 125
- !=, 39, 76, 80
- ", 13, 28, 167
- " versus ´, 168
- #, flag, 75, 76, 233, *zie ook* format specifier
- %, format specifier, *zie* format specifier
- %, modulus, 79, 113, *zie ook* rekenkundige bewerking
- %=, 82
- &, adres, 31, 35, 157, 158, 251, 252, 254, 258, 259, 289
- &, bitsgewijze EN, 31, 78, 81, 115–116, 124, 125
- &&, 80
- &=, 82, 126
- ´, 20, 167
- ´ versus ", 168
- \*, dereferentie pointer, 31, 32, 100, 157, 159–161, 163, 164
- \*, plaatsvervanger in format string, 75
- \*, typedeclaratie pointer, 31, 32, 159
- \*, vermenigvuldigen, 31, 79
- \*/, einde commentaarblok, 62
- \*=, 82, 186
- +, flag, 75
- +, optellen, 79
- ++, 51, 65, 82
- +=", 56, 82, 356
- ., *zie* operator, komma-
- , aftrekken, 79
- , flag, 75
- , 51, 82, 186
- =, 82
- >, veld bij pointer naar structuur, 194, 195
- ., veld bij structuur, 192, 194
- .bss, *zie* geheugengebruik
- .data, *zie* geheugengebruik
- .program, *zie* geheugengebruik
- .text, *zie* geheugengebruik
- /, delen, 79
- /\*, start commentaarblok, 62
- //, commentaarregel, 62
- /=, 82
- ;, *zie* ?:
- ;, 13, 27
- <, 39, 80
- <<, 78, 81, 115, 116, 123, 125
- <<=, 78, 82, 107
- <=, 39, 80
- =, 21, 39
- ==, 39, 76, 80
- == versus =, 39
- >, 39, 80
- >=, 39, 80
- >>, 81, 115, 116, 356, 358
- >>=, 82
- ?:, 51, 58
- [], 148, 168, 173
- \_BV(), *zie* bitbewerking
- \, backslash-newline, 359
- \", 35
- \', 35
- \0, 20, 21, 35, 50, 65, 164, 167, 168, 171, 179, *zie ook* end-of-string
- \\, 35
- \f, 35
- \n, 35, 178, 179, 181, *zie ook* end-of-line
- \r, 35
- \t, 35
- ^, 81, 124
- ^=, 82, 126
- \_\_attribute\_\_, 111
- \_\_progmem\_\_, 111
- |, 81, 115, 116, 124, 125
- |=, 82, 126
- ||, 80
- ~, 81, 107, 115, 125
- 0, flag, 75
- 0, prefix octaal, 76
- 0x, prefix hexadecimaal, 76
- 0b, prefix binair, 102, 123
- 0x, prefix hexadecimaal, 76, 89, 102
- 5x7 dotmatrix, *zie* dotmatrix
- 7-segmentdisplay, 112–113, 130, 213
- 74HC595, schuifregister, 262
- A
- aansturing DC-motoren, 291–294
- aansturing servomotor, 294–296
- AC-motor, 294
- ac\_init(), 307–309, 314
- achtergrondverlichting, 215
- acos(), *zie* math-bibliotheek
- actuator, 197
- ADC, *zie* Analog-to-Digital Converter, *en ook* ATmega32 ADC
- adres, 31, 35, 100, 101, 161, 163, *zie ook* geheugenadres
- adresbus, 7, 345
- adresoperator, 31, 32, 35, 157, 158
- Advanced RISC Machine, 17
- afdrukken
  - conditioneel, 52, 58
  - geformateerd, 20, 75, 230–234
- af rondingsfout
  - berekening baud rate, 238
  - berekening OCR, 298
- alfanumerieke string
  - omzetten in hexadecimaal getal, 251
  - omzetten in integer, 38, 232
  - omzetten in long, 232
  - omzetten in unsigned integer, 227, 232, 233
  - omzetten in unsigned long, 232, 233
- algoritme
  - ADC single mode conversion, 206
  - antidender, 128, 142
  - initialisatie LCD, 227
  - quicksort, 188
  - successieve approximatie, 198
  - tellen interrupts, 139
  - voor 7-segmentsdisplay, 113
  - voor afspelen beltoon, 353
  - voor dotmatrix, 106
  - voor het afspelen van beltonen, 300
  - voor het lezen van noot uit beltoon, 356
  - voor lezen standaardparameters beltoon, 354
  - voor sorteren, 188
- ALU, *zie* Arithmetic Logic Unit
- Analog-to-Digital Converter, 5, 88, 197–212, 263, 267, 306, 333, *zie ook*

- ATmega32 ADC *en*
  - analoog-digitaalconversie
- analoge comparator, 306–310, *zie ook*
  - ATmega32 analoge comparator
    - principe, 306
  - analoog-digitaalconversie, 198–200
  - automatic trigger mode, 210
  - comparator, 198, 199, 204
  - conversietijd, 200, 204
  - DAC, 198
  - free running mode, 212
  - referentiespanning, 198, 199, 203–204
  - sample-and-hold, 204
  - single mode met interrupt, 209
  - single mode zonder interrupt, 207
  - start conversie met ADIF-bit, 206
  - start conversie met ADSC-bit, 206
- anode, 106, 215
- ANSI, 12, 338
- ANSI C, 12, 97, 373
  - GNU89, 14, 55, 62
  - GNU99, 55
  - ISO C90, 12, 14
- appendStud(), 194
- Application Specific Integrated Circuit, 3
  - architectuur
    - ATmega32, 7, 86
    - Harvard-, 7, 85
    - microcontroller, 5
    - microprocessor, 4
    - Princeton-, 7
    - von Neumann-, 7
  - argc, *zie* hoofdroutine
  - argv, *zie* hoofdroutine
  - argv[0], *zie* hoofdroutine
  - Arithmetic Logic Unit, 5, 87
  - ARM, *zie* Advanced RISC Machine
  - array, 20, 24, 145–157, 167, 358
    - [], 148, 168, 173
    - declaratie, 148
    - dynamisch, 162
    - gebruik pointers bij, 164
    - index, 149, 151, 152, 155, 164
    - indices bij meerdimensionaal, 151, 152
    - initialisatie, 20, 148
    - lezen buiten bereik van, 149–150
    - meer dimensionale, 150–156
    - schrijven buiten bereik van, 150
    - toewijzing, 149
    - tweedimensionaal, 107
    - van pointers, 173
    - van strings, 150, 173, 188
  - ASCII, 383
  - ASCII-tabel, 382
  - ASCII-waarde, 20, 58, 68, 150, 221, 251, 383
  - ASIC, *zie* Application Specific Integrated Circuit
  - asin(), *zie* math-bibliotheek
  - asm, 123, 133, 218, 284, 287
  - assembler, 3
    - asm, 123, 133, 218
    - nop, 123, 133, 218
  - assembly, 3, 122
  - assert.h, *zie* standaardbibliotheek
  - associativiteit, *zie* voorrangregels
  - asynchroon, 236, 323, 344
  - AT25128, serieel EEPROM, 263, 264
  - AtmanAvr, 373
  - ATmega32, 9, 76, 85–93
    - C voor AVR, 97–104, 106–113, 119–134, 140–144, 200–212, 218–219, 222–234, 236–253
    - DDR, *zie* ATmega32 IO, DDR Data Direction Register
    - EEPROM, 89
    - externe klok, 91
    - fusebit, 90
    - general purpose register, 87, 89, 100, *zie ook* ATmega32 register
    - generieke IO, 98
    - in- en uitgangsregister, 89, 99–100, 374, *zie ook* ATmega32 IO
    - indeling flashgeheugen, 89
    - indeling RAM-geheugen, 90
    - interruptvector, *zie* ATmega32 interruptvector
    - JTAG-interface, 331
    - keramische oscillator, 91
    - klok
      - = configuratiebits, 91
      - = selectiebits timer 0, 136, 139
      - = selectiebits timer 2, 142
    - klokoctie, 90–91
    - kristaloscillator, 91
    - lockbit, 90
    - ontwikkeltraject, 93
    - parallel programmeren, 91–92
    - PIN, *zie* ATmega32 IO, PIN ingangsregister
    - pinout, 87
    - PORT, *zie* ATmega32 IO, PORT uitgangsregister
    - programmeren via JTAG, 92, 96, 331
    - RAM, 89
    - RC-oscillator, 91
    - register, *zie* ATmega32 register
    - serieel programmeren, 92
    - stroom afvoeren, 97
    - stroom leveren, 97
    - systeemklok, 90–91
    - toelaatbare stroom, 103
  - ATmega32 aansluiting
    - AREF, analoge referentie, 96, 203–204
    - AVCC, analoge voeding, 96, 203
    - VCC, digitale voeding, 96
  - ATmega32 ADC
    - ADC, ingangen van, 306
    - automatic trigger mode, 205–206, 210–211
    - free running mode, 205–206, 212
    - ingangselectie, 200–202
      - opbouw van, 202
      - prescaler, 200, 204–205
      - referentieblok, 200, 203
      - referentiespanning, 203, 204
      - single conversion mode, 205–209
      - triggerselectieblok, 200, 206
      - uitgangsregisters, 202–203
  - ATmega32 analoge comparator, 306–310
    - AC0, uitgang, 306, 309, 310
    - AIN0, referentieingang, 306, 309, 314
    - AIN1, comparatoringang, 306, 314
    - blokschema, 306
  - ATmega32 EEPROM, 256–260
    - initialiseren, 259–260
    - lezen uit, 256–260
    - schrijven naar, 256–260
  - ATmega32 I<sup>2</sup>C, 266–276
  - ATmega32 interruptvector, 121, 122
    - ADC\_vect, 206
    - ANA\_COMP\_vect, 308, 310
    - INT0\_vect, 100, 120, 121, 142, 144, 315, 374, 376
    - INT2\_vect, 132
    - TIMER0\_OVF\_vect, 109, 121, 140, 142, 144, 211, 280–282
    - TIMER1\_CAPT\_vect, 311, 312
    - TIMER2\_COMP\_vect, 317
    - TIMER2\_OVF\_vect, 121, 143
    - USART\_RXC\_vect, 245, 247, 249
    - USART\_UDRE\_vect, 245, 247–249
  - ATmega32 IO, 99
    - DDR, Data Direction Register, 99–102, 120, 123, 140, 209, 224, 227, 348, 374, 375
    - PIN, ingangsregister, 99, 101, 344, 375
    - PORT, uitgangsregister, 99–102, 120, 124, 140, 209, 224, 348, 374–376
  - ATmega32 register
    - ACBG, analog comparator bandgap select bit, 307
    - ACIC, analog comparator input capture bit, 314
    - ACIE, analog comparator interrupt enable bit, 307, 309
    - ACIS, analog comparator interrupt mode select bits, 307
    - ACME, analog comparator multiplexer enable bit, 307, 309, 314
    - ACSR, analog comparator control and status register, 307, 309, 314
    - ADATE, ADC automatic trigger enable bit, 205, 206, 210, 212
    - ADCH, ADC data register, 202
    - ADCL, ADC data register, 202
    - ADCSRA, ADC control status register A, 205, 206, 208, 210, 307
    - ADEN, ADC enable bit, 205, 307
    - ADIE, ADC interrupt enable, 205, 209
    - ADIF, ADC interrupt flag, 205, 207, 212
    - ADLAR, ADC left adjust result bit, 202, 208

- ADMUX, ADC multiplexer select, 201, 202, 208, 307
- ADPS, ADC prescaler select bits, 205, 208
- ADSC, ADC single conversion bit, 205, 206, 209
- ADTS, ADC trigger select bits, 205
- ASSR, asynchronous status register, 141, 143
- COM-bits, timer compare output mode, 279
  - = timer 0, 283, 284, 287, 289, 292, 293, 315, 369
  - = timer 1, 289, 295, 371
  - = timer 2, 292, 293, 317, 372
- CPHA, SPI clock phase bit, 262, 264
- CPOL, SPI clock polarity bit, 262, 264
- CS-bits, clock select,
  - = timer 0, 283, 284, 287, 289, 293, 301, 315, 369
  - = timer 1, 289, 295, 370
  - = timer 2, 293, 317, 372
- EEAR, EEPROM address register, 257–258
- EECR, EEPROM control register, 257–258
- EEDR, EEPROM data register, 257–258
- EEMWE, EEPROM master write enable bit, 257–258
- EERE, EEPROM read enable bit, 257–258
- EWE, EEPROM write enable bit, 257–258
- FOC0, force output compare 0 bit, 369
- FOC1A, Force Output Compare 1A bit, 371
- FOC1B, Force Output Compare 1B bit, 371
- FOC2, Force Output Compare 2 bit, 372
- GICR, general interrupt control register, 100, 119–120, 123, 132, 133, 144, 315, 375
- ICES1, input capture edge select 1 bit, 310–312, 371
- ICF1, timer 1 input compare flag, 279, 311
- ICNC1, input capture noise canceler 1 bit, 310–312, 371
- ICR1, input capture register 1, 295, 311, 312
- INT0, externe interrupt 0 bit, 100, 118–121, 144, 315
- INT2, externe interrupt 2 bit, 133
- INTF0, externe interrupt 0 flag, 119
- ISC-bits, sense control
  - = externe interrupt 0, 120, 123, 126, 144, 315–317
  - = externe interrupt 1, 126
  - = externe interrupt 2, 133
- MCUCR, MCU control register, 120, 123, 126, 132, 144
- MCUCSR, MCU control status register, 132, 133, 320, 321
- OCF0, timer 0 output compare flag, 279, 369
- OCF1A, timer 1 output compare flag A, 279, 371
- OCF1B, timer 1 output compare flag B, 279, 371
- OCF2, timer 2 output compare flag, 279, 372
- OCIE0, timer 0 compare match interrupt enable bit, 137
- TOIE0, timer 0 compare match interrupt enable bit, 283, 316
- OCR, output compare register, 279, 295
- OCR0, output compare register 0, 137, 279–285, 287, 289, 292, 293, 298, 369
- OCR1A, output compare register 1A, 286, 289, 295, 370
- OCR1AL, low byte OCR1A, 290
- OCR1B, output compare register 1B, 286, 289, 370
- OCR1BL, low byte OCR1B, 290
- OCR2, output compare register 2, 292, 293, 372
- PUD, pullup disable bit, 129, 348
- REFS, ADC reference selection bits, 204, 208
- RXC, USART receive complete flag, 240
- RXCIE, USART rx complete interrupt enable, 241, 244, 247
- RXEN, USART receive enable bit, 241
- SFIOR, special function io register, 129, 205, 307, 309, 314
- SPCR, SPI control register, 262, 264
- SPDR, SPI data register, 262
- SPIF, SPI interrupt flag, 262
- SPSR, SPI status register, 262
- SREG, statusregister, 100
- TCCR, timer/counter control register, 279
- TCCR0, timer/counter control register 0, 109, 136–137, 140, 144, 211, 287, 289, 292, 293, 369
- TCCR1A, timer/counter control register 1A, 289, 295, 311, 312, 370
- TCCR1B, timer/counter control register 1B, 289, 295, 310–312, 370
- TCCR2, timer/counter control register 2, 143, 292, 293, 372
- TCNT, counter register, 279
- TCNT0, timer/counter 0, 137, 140, 141, 143, 211, 280–285, 287, 289
- TCNT1, timer/counter 1, 286, 289, 311, 312
- TCNT2, timer/counter 2, 143
- TICIE1, timer 1 input capture interrupt enable bit, 311, 312
- TIFR, timer/counter interrupt flag register, 137, 144
- TIMSK, timer/counter interrupt mask register, 109, 137, 140, 143, 144, 211, 288, 317
- TOIE0, timer 0 overflow interrupt enable bit, 109, 137, 211, 280, 283, 288
- TOIE1, timer 1 overflow interrupt enable bit, 312
- TOIE2, timer 2 overflow interrupt enable bit, 143, 317
- TOV0, timer 0 interrupt flag, 137, 144, 279–285, 287, 369
- TOV1, timer 1 interrupt flag, 279
- TOV1A, timer 1 interrupt flag, 370
- TOV1B, timer 1 interrupt flag, 370
- TOV2, timer 2 interrupt flag, 279, 372
- TWAR, TWI address register, 269
- TWBR, TWI bit rate register, 269, 270
- TWCR, TWI control register, 269
- TWDR, TWI data register, 269
- TWPS, TWI prescaler bits, 270
- TXC, USART transmit complete flag, 240
- TXCIE, USART tx complete interrupt enable, 241
- TXEN, USART transmit enable bit, 241
- U2X, USART double speed bit, 238
- UBRR, USART baud rate register, 237–238, 241
- UCSRA, USART control status register A, 238, 240
- UCSRB, USART control status register B, 239, 241, 244
- UCSRC, USART control status register C, 237–239
- UCSZ, USART character size, 239
- UDR, USART data register, 237, 239–241, 245
- UDRE, USART data register empty flag, 240
- UDRIE, USART udr empty interrupt enable, 241, 247–249
- UMSEL, USART mode select, 238, 239
- UPM, USART parity mode bits, 239
- URSEL, USART register select bit, 239
- USBS, USART stop bit select, 239
- WDE, watchdog enable bit, 320
- WDP-bits, watchdog timer prescaler, 320
- WDRF-bits, watchdog reset flag, 320, 321
- WDTCR, watchdog timer control register, 320
- WDTOE, watchdog turn-off enable bit, 320
- WGM-bits, timer waveform generation mode, 279
  - = timer 0, 283, 284, 287, 289, 293, 301, 315, 369
  - = timer 1, 289, 295, 370
  - = timer 2, 293, 317, 372
- ATmega32 reset, 122, 319–322
- brownout-reset, 319
- externe reset, 92, 96, 122, 319
- JTAG reset, 330
- JTAG-reset, 319
- power-on-reset, 121, 319, 320
- reset aansluiting, 96
- resetvector, 88, 121
- watchdog-reset, 319–321
- ATmega32 SPI, 260–266

ATmega32 timers, 108–110, 135–144, 277–304

- beschrijving registers, 369–372
- BOTTOM, minimale waarde, 280–287, 369–372
- ICP1, input capture pin 1, 310, 311, 314
- MAX, maximale waarde, 280–287, 369–372
- OC, output compare, 279, 297
- OC0, output compare 0, 279–285, 287, 290, 292, 369
- OC1A, output compare 1A, 279, 286, 290, 295, 371
- OC1B, output compare 1B, 279, 286, 290, 371
- OC2, output compare 2, 279, 292, 372
- overzicht PWM, 279
- timer 0, 316, 317
- timer 1, 314
- timer 2, 315, 317
- TOP, topwaarde, 280–287, 290, 295, 298, 369–372

ATmega32 TWI, 269–272

Atmel AVR, 17, 85

attribuut, 111

AVR, *zie* Atmel AVR

AVR-bibliotheek

- avr/eeprom.h, 256–260
- avr/interrupt.h, 109, 122, 376
- avr/io.h, 100, 101, 126, 375
- avr/sfr\_defs.h, 101
- avr/iom32.h, 100, 101
- avr/pgmspace.h, 111, 260
- avr/sfr\_defs.h, 126
- avr/sfr\_des.h, 125
- avr/signal.h (verouderd), 376
- avr/wdt.h, 320, 321
- util/delay.h, 100
- util/twi.h, 269

avr-bibliotheek

- wdt.hwdt.h, 320

avr-gcc, *zie* GNU C-Compiler voor AVR

avr-libc bibliotheek, 231, *zie ook* AVR-bibliotheek

avr-objcopy, *zie* GNU C-Compiler voor AVR

avr-size, *zie* GNU C-Compiler voor AVR

AVRstudio, 9, 17, 92, 93, 101, 379

- avr-gcc, 379
- make, 379
- uitleg uitvoer bij, 380

## B

basisweerstand, 103, 104

batch-bestand, 377

baud, 238

baud rate, *zie* RS232

Baudot, Emile, 324

BCD, *zie* Binary Coded Decimal

beats per minuut, 351

beeldscherm, 2, 33, 95, 213

behuizing, 87

- Micro Lead Frame, 87
- Plastic Dual-In-line Package, 87
- Thin Quad Flat Pack, 87

beltoon, 297, 351

beltoon afspelen, 296–304, 351–359

berekenen faculteit met recursie, 185

bestand

- einde van, 29, 177, 182–184
- lezen uit en schrijven naar, 175–184

bestandsgrootte bepalen, 182

besturingsopdracht, 41

bewerking, 67–82

- logische, 5, *zie ook* logische bewerking
- rekenkundige, 5, *zie ook* rekenkundige bewerking
- relationele, *zie* relationele bewerking

Binary Coded Decimal, 272

binomium van Newton, 153

bipolaire transistor, 104

bit clear, *zie* bitbewerking

bit set, *zie* bitbewerking

bit test, *zie* bitbewerking

bit toggle, *zie* bitbewerking

bit\_is\_clear, *zie* bitbewerking

bit\_is\_set, *zie* bitbewerking

bitbewerking, 81–82, 114–116

- \_BV(), 115, 123–126, 143, 144
- bit clear, 124
- bit set, 124
- bit test, 124, 126
- bit toggle, 124
- bit\_is\_clear, 125, 126, 130, 144, 281, 282, 287, 289, 295
- bit\_is\_set, 125, 126, 308, 310, 321
- bitsgewijs inverteren, 81, 115, 125
- bitsgewijze EN, 31, 78, 81, 115–116, 125
- bitsgewijze OF, 81, 115–116, 125
- bitsgewijze XOR, 81
- loop\_until\_bit\_is\_clear, 126
- loop\_until\_bit\_is\_set, 126, 287, 289, 295
- naar links schuiven, 78, 81, 115, 116, 123, 125
- naar rechts schuiven, 81, 115, 116, 356, 358

bitmanipulatie, *zie* bitbewerking

bitmaskeren, 78, 107

bitnotatie, 102, *zie ook* bitbewerking

bitoperator, *zie* bitbewerking

bitsgewijs inverteren, *zie* bitbewerking

bitsgewijze EN, *zie* bitbewerking

bitsgewijze OF, *zie* bitbewerking

bitsgewijze XOR, *zie* bitbewerking

bitwise, *zie* bitbewerking

blok, 29, 43

bloktewijzing, 43, 57

Bogen, Alf-Egil, 9, 85

boolean, 80

- FALSE, 80
- TRUE, 80

boom, 164

- gebruik pointers bij, 164

boot loader, 88

bootsector, 88

bouncing, *zie* dender

boundary scan, *zie* test, boundary scan

bounded-buffer problem, 246

broncode, 15, 66

brownout, 88, 121, 122, 322

brownoutdetectie, 322

buffer, 36, 176, 179, 232

- circulaire, 245–249
- fifo-, 245
- tristate, *zie* tristatebuffer

button\_pressed(), 129–132

buzzer, 296, 358

- magnetische, 296, 297
- piezo-elektrische, 296, 297

byte, 217, 240, 245

## C

call by reference, 31–32, 35, 157

calloc(), *zie* geheugenfunctie

capaciteit voor onderdrukken  
stoorsignalen, 96

car\_backward(), 293

car\_forward(), 293

car\_left(), 293

car\_left\_curve(), 293

car\_stop(), 293

case, *zie* voorwaardelijke opdracht

cat, *zie* Unix-commando

cbi(), *zie* verouderde notatie

ceil(), *zie* math-bibliotheek

change\_case(), 242

char, *zie* datatype

circulaire buffer, *zie* buffer, circulaire

CISC, *zie* Complex Instruction Set  
Computer

CloseComm(), 326

CMOS, 337–350

- D-flipflop, 340, 342–344, 347
- D-latch, 340–344, 347
- inverter, 338–339
- logica, 339–340
- NAND, 339–340
- NOR, 339–340
- pulldowntransistor, 348
- pulluptransistor, 348
- schmitttrigger, 308, 349–350
- transmissiepoort, 341–342, 346–348
- tristate-inverter, 344–346
- tristatebuffer, 344–347

CMOS-technologie, 337, 339, 350

Code::Blocks, 17

Codevision, 373

CodeVision-bibliotheek

- mega32.h, 100, 375

commentaar, 61–62, 66, 102, 208

- commentaarblok, 62

- ▀ = einde \*/ , 62
  - ▀ = start /\* , 62
  - ▀ commentaarregel, // , 62
  - communicatiefunctie
    - ▀ CreateFile(), 324
    - ▀ GetCommState(), 325
    - ▀ ReadFile(), 327
    - ▀ SetCommState(), 325
    - ▀ SetupComm(), 324
    - ▀ WriteFile(), 325
  - comparator, 306
  - compilatie, 14, 380
  - compilatieproject, 14–15
    - ▀ met WinAVR/AVRstudio, 93
  - compiler, 15, 93
    - ▀ cross-, 17, 79, 96
    - ▀ native compiler, 17
    - ▀ optie
      - ▀ -00, 98, 209
      - ▀ -0s, 98, 126, 209, 233, 257
      - ▀ -Wall, 14, 74, 377
      - ▀ -Wl, -u, vprintf, 233
      - ▀ -c, 15, 16, 28, 377
      - ▀ -lm, 79, 233
      - ▀ -lprintf\_float, 233
      - ▀ -lprintf\_min, 233
      - ▀ -mmcu, 101
      - ▀ -o, 12, 16, 377
      - ▀ -std, 55
    - ▀ preprocessoroptie, 250
  - compileroptie, *zie* compiler, optie
  - Complementair Metal Oxide Semiconductor, 337–350, *zie ook* CMOS
  - Complex Instruction Set Computer, 8
  - Complex Programmable Logical Device, 3
  - conditionele toewijzing, *zie* voorwaardelijke opdracht
  - const**, 107, 189, 354
  - constante, 65, 68, 72, 76, 80, 154, 159
    - ▀ FLT\_MAX, 72
    - ▀ FLT\_MIN, 72
    - ▀ RAND\_MAX, 113
    - ▀ RANDOM\_MAX, 232
    - ▀ UINT\_MAX, 68, 227
    - ▀ UINT\_MIN, 68
  - contactdender, 126–128, *zie ook* dender
  - contrastspanning, 216
  - control statements, *zie* besturingsopdracht
  - conversiefunctie
    - ▀ atoi(), 38, 39, 73
    - ▀ dtostre(), 231, 232
    - ▀ dtostrf(), 231–234
    - ▀ itoa(), 232
    - ▀ ltoa(), 232
    - ▀ tolower(), 43
    - ▀ toupper(), 43, 181
    - ▀ uit ctype.h, 43
    - ▀ ultoa(), 232, 312
    - ▀ utoa(), 231, 232, 311, 312
  - conversietijd
    - ▀ ADC, *zie* ADC, conversietijd
    - ▀ atan(), *zie* math-bibliotheek
    - ▀ cos(), *zie* math-bibliotheek
    - ▀ cosh(), *zie* math-bibliotheek
    - ▀ counter, *zie* teller
  - CPLD, *zie* Complex Programmable Logical Device
  - crosscompiler, *zie* compiler, cross-ctype.h, *zie* standaardbibliotheek
  - Cygwin, 16, 69, 72, 178
- ## D
- D-flipflop, 340, 342–344, 347, *zie ook* CMOS
  - D-latch, 340–344, 347, *zie ook* CMOS
  - DAC, *zie* Digital-to-Analog Converter
  - darlingtontransistor, 104
  - databus, 7, 85, 345
  - dataregister, 5
  - datastructuur, 164, 192–196, 273, 325, 326
    - ▀ gebruik pointers bij, 164
    - ▀ **struct**, 164, 192–195, 273
  - datatype, 67–82
    - ▀ **char**, 20, 21, 68, 69
    - ▀ **double**, 21, 71, 72, 76, 78, 233
    - ▀ FILE \*, *zie* in- en uitvoer
    - ▀ **float**, 21, 71, 72, 74, 76
    - ▀ **float**
      - ▀ bij kleinere microcontroller, 76
      - ▀ **float** versus **double**, 76
    - ▀ **int**, 13, 14, 21, 36, 68, 69
    - ▀ bij ATmega 32, 68
    - ▀ int8\_t, 101
    - ▀ **long**, 68, 69
    - ▀ **long double**, 71
    - ▀ **long long**, 77
    - ▀ prog\_int8\_t, 111
    - ▀ prog\_uchar, 111
    - ▀ representatie gebroken getallen, 72
    - ▀ representatie gehele getallen, 69
    - ▀ **short**, 68
    - ▀ **signed**, 68
    - ▀ size\_t, 172
    - ▀ uint16\_t, 101, 227
    - ▀ uint8\_t, 101, 102, 227, 229
    - ▀ **unsigned**, 68
    - ▀ **unsigned int**, 69, 100, 232
    - ▀ **unsigned long**, 69, 232, 326
    - ▀ **unsigned long long**, 69, 185
  - DB9-connector, *zie* RS232
  - DC-motor, 277, 291–294
  - DC-stroom, 105
  - DDR, *zie* ATmega32 IO, DDR, Data Direction Register
  - debouncing, *zie* dender, anti-debugger, 93, 96
  - decimaal, 76
  - declaratie, 19–24
    - ▀ blok-, 29
    - ▀ globale, 29, 61
  - ▀ lokaal in **for**-lus, 55
  - ▀ lokale, 29, 55
  - default**, *zie* voorwaardelijke opdracht
  - #define**, 51, 52, 58, 61, 63, 65, 80
  - #defined**, *zie* voorwaardelijke preprocessoropdracht
  - delay, *zie* tijdvertraging
  - dender, 126–128
    - ▀ antidederalgoritme, 128–134, 142–144
    - ▀ antidenderschakeling, 127–128
    - ▀ oorzaken, 126
    - ▀ dereferentie-operator, 159, *zie* \*, dereferentie pointer
  - Dev-C++, 12, 13, 16, 17
  - Digital Signal Processor, 3
  - Digital-to-Analog Converter, 197, 198, 263, 267, 333, 335
    - ▀ op basis van ladderennetwerk, 334–336
  - disassembler, 122
  - display
    - ▀ grafisch, 213
    - ▀ karaktergeoriënteerd, 213
  - dissipatie, 9, 314, 318–319
  - do while**, *zie* herhalingsopdracht
  - dotmatrix, 105–112
  - double**, *zie* datatype
  - drain, 97, 337
  - driehoek van Pascal, 153–156
  - drukknop, 127, 128, 131, 132, 142
  - DS1307, 256
  - DS1307 real time clock, 272–276
    - ▀ instellen van tijd, 273
    - ▀ uitlezen van tijd, 274
  - DS1307, real time clock, 255
  - DSP, *zie* Digital Signal Processor
  - dtostre(), *zie* stdlib-bibliotheek
  - dtostrf(), *zie* stdlib-bibliotheek
  - duty-cycle, 139, 278
  - dynamische geheugenallocatie, 163
- ## E
- echo, *zie* Unix-commando
  - edge triggered, *zie* flankgevoelig
  - edge-triggered flipflop, 342
  - EEMEM, 258, 260, 303
  - eep-bestand, 259, 304
  - EEPROM, *zie* Electrical Erasable Programmable Read Only Memory
  - eeprom-bestand, 380
  - eeprom-bibliotheek
    - ▀ EEMEM, 258, 260, 303
    - ▀ eeprom\_read\_block(), 256
    - ▀ eeprom\_read\_byte(), 256–260
    - ▀ eeprom\_read\_word(), 256
    - ▀ eeprom\_write\_block(), 256
    - ▀ eeprom\_write\_byte(), 256–260
    - ▀ eeprom\_write\_word(), 256
  - eeprom-functie
    - ▀ \_AVR\_EEPROM\_H\_, 303, 354
    - ▀ eeprom\_read\_byte(), 257, 258, 302, 303
    - ▀ eeprom\_write\_byte(), 257, 258

eindconditie

- **do while**, 57
- **for**, 54
- **while**, 57

Electrical Erasable Programmable Read Only Memory, 6, 87–89, 175, 255–260, 263, 267, 302–304, 354

Electro Magnetic Compatibility, 97

Electro Magnetic Interference, 97

elektromagnetische interferentie, 97

**#elif**, *zie* voorwaardelijke preprocessoropdracht

**else**, *zie* voorwaardelijke opdracht

**#else**, *zie* voorwaardelijke preprocessoropdracht

embedded software, 2

embedded systeem, 1–3, 9

EMC, *zie* Electro Magnetic Compatibility

EMI, *zie* Electro Magnetic Interference

end-of-line, 177, 179, 253, *zie ook* \n

- <CR>, carriage return, 177
- <LF>, linefeed, 177
- Unix, 177
- verwijderen, 181
- Windows, 177

end-of-string, 20, 21, 36, 167, 168, 171, 172, 227, *zie ook* \0

**#endif**, *zie* voorwaardelijke preprocessoropdracht

EoF, 179, 181

EPROM, *zie* Erasable Programmable Read Only Memory

Erasable Programmable Read Only Memory, 4, 6

errno.h, *zie* standaardbibliotheek

escape sequence, 35

- \', 35
- \0, nul, 35
- \\, backslash, 35
- \", 35
- \f, formfeed, 35
- \n, newline, 35
- \r, carriage return, 35
- \t, tab, 35

executable, *zie* programma, uitvoerbaar

exp(), *zie* math-bibliotheek

exponent, 71, 72

externe klok, 88, 91, 136, 141

## F

F\_CPU, 102, 103, 209, 230, 238, 241, 250

fabs(), *zie* math-bibliotheek

fac(), 185, 186

faculteit, 185

fade(), 289

fade.h, 289

fclose(), *zie* in- en uitvoerfunctie

FET, *zie* Field Effect Transistor

fflush(), *zie* in- en uitvoerfunctie

fgetc(), *zie* in- en uitvoerfunctie

fgets(), *zie* in- en uitvoerfunctie

fib(), 185

Fibonacci, 145, 161

- berekenen getallen met recursie, 185
- berekenen getallen van, 147
- berekenen met pointers, 161–163
- getallen afbeelden op LCD, 226, 227, 229
- getallen van, 145–147, 153
- reeks van, 145, 153

Field Effect Transistor, 291

- N-channel, 291
- P-channel, 291

Field Programmable Gate Array, 3

fifo-buffer, *zie* buffer, fifo-

FILE \*, *zie* in- en uitvoer

filepointer, 36

flankgevoelig, 340, 342, 343

flash, 4, 6, 87–88, 110, 256, 263, 267, 302–304, 354

- lezen uit, 260

flipflop, 99, 102, 329, *zie ook* D-flipflop

**float**, *zie* datatype

FLoating Point Operations Per Seconde, 4

floats.h, *zie* standaardbibliotheek

floor(), *zie* math-bibliotheek

FLOPS, *zie* FLoating Point Operations Per Seconde

fopen(), *zie* in- en uitvoerfunctie

**for**, *zie* herhalingsopdracht

format specifier, 20, 35, 74, 230, 233

- %c, 20, 77
- %d, 20, 74, 77
- %e, 20, 230, 233
- %f, 20, 74, 230, 233
- %g, 20, 230, 233
- %o, 20, 77
- %s, 20, 35
- %x, 20, 77
- bij microcontrollers, 75, 230
- optie, 74
- = fieldwidth, 74
- = flag, 74
- = modifier, 74
- = precision, 74

format string

- printf(), 20, 35
- scanf(), 35

fouten

- afvangen, 39, 40
- compile-, 19, 55
- runtime-, 21–24

FPGA, *zie* Field Programmable Gate Array

fprintf(), *zie* in- en uitvoerfunctie

fputc(), *zie* in- en uitvoerfunctie

fputs(), *zie* in- en uitvoerfunctie

fread(), *zie* in- en uitvoerfunctie

free(), *zie* geheugenfunctie

freeStuds(), 194

frequentie, 296, 297, 352

frequentiebereik, 298

fscanf(), *zie* in- en uitvoerfunctie

fseek(), *zie* in- en uitvoerfunctie

FSM, finite state machine, *zie* toestandsmachine

ftell(), *zie* in- en uitvoerfunctie

fullduplex, 323

functie, 25–28

- aanroep, 27
- body, 25, 29
- definitie, 25, 27
- gebruik pointers voor uitvoer, 164
- header, 25, 27–29
- naam, 25
- parameter, 25, 27
- prototype, 26–29, 38, 42, 158, 189
- returntype, 25

fwrite(), *zie* in- en uitvoerfunctie

## G

gate, 337–338, 347

gcc, *zie* GNU C-Compiler

gedeelde klok, 120, *zie* klokdeler

gedeelde klokslagen, 139, 141

gedissipeerd vermogen, 314, 318

geheelallig delen, 74

geheugen

- alloceren, 20, 162
- geheugenadres, 5, 7, 102

geheugenfunctie

- calloc(), 162
- free(), 162
- malloc(), 158, 162, 170, 183
- realloc(), 162
- sizeof(), *zie* operator

geheugengebruik, 24

- .bss, 303, 380
- .data, 303, 380
- .program, 303, 380
- .text, 303, 380

geheugenruimte

- alloceren, 168, 170, 179, 183, 194

gereserveerde namen, 66

get\_age1(), 31

get\_age2(), 31

getallen

- binaire, 68
- drijvende komma, 71, 73, 230
- gebroken, 71–73, 76, 230
- gehele, 68–69, *zie ook* datatype **char**, **int**, **long**, **signed**, **unsigned**
- integer, 68
- integer bij kleine microcontroller, 68
- L, postfix **long**, 184
- two's complement representatie, 68, 202
- UL, postfix **unsigned long**, 102
- ULL, postfix **unsigned long long**, 78

getalrepresentatie, *zie* getallen

getc(), *zie* in- en uitvoerfunctie

getchar(), *zie* in- en uitvoerfunctie

GNU, 16

GNU C-Compiler, 9, 14, 16

GNU C-Compiler voor AVR, 17, 93, 373

- avr-gcc, 93, 250, 381
- avr-objcopy, 380, 381
- avr-size, 381
- Procyon AVRlib, 250
- verschillen met Codevision, 373–375
- verschillen met IAR C-Compiler, 373–375
- verschillen met Imagecraft C-Compiler, 373–375
- GNU-stijl, 64
- Gulden Snede, 145–147, 161, 232

## H

- H-brug, 277, 291
- halfduplex, 323
- handshaking, 236
- Hapsim-simulator, 225, 241
- drukknoppen, 225
- LCD, 225
- leds, 225
- terminal, 225, 241
- toetsenbord, 225
- Harvard, *zie* architectuur, Harvard-HD44780, 215–234
- 4-bit mode, 216, 217, 219, 226–230
- 8-bit memory mapped mode, 229
- 8-bit mode, 216, 222–225
- aansluitingen, 215, 216
- achtergrondverlichting, 215
- adressering geheugen, 221, 222
- bewegende tekst, 224–225
- busy flag, 219, 225–229
- CGRAM, 220
- CGROM, 220–221
- clear display, 217
- communicatie met, 216–218
- contrast, 215–216
- datalijnen, 216, 217
- DDRAM, 220–221
- E-signaal, 217–219, 225, 226
- enable display/cursor, 217
- function set, 217
- geheugens van, 220–221
- initialisatie 4-bit mode, 222
- initialisatie 8-bit mode, 222, 223
- instructieset, 217
- karakterset, 217, 220, 221
- move cursor, 217
- oscillatorfrequentie, 219
- R/W-signaal, 216–218, 225–227
- read busy flag, 217
- RS-signaal, 216–218, 223, 225–227
- setuptijd, 218
- shift display/cursor, 217
- tijdskenarakteristieken, 218, 219
- timing bij, 218–220
- VEE, contrastspanning, 216
- write character, 217
- headerbestand, 12, 27, 194, 361–367
- eigen bestand, 12, 194
- systeembestand, 12

- heap, 22
- Hello World, 12–14
- herhalingsopdracht, 51, 53–57
- **do while**, 53, 57
- **for**, 53–55, 57, 98
- **while**, 51, 53, 56–57, 97
- hex-bestand, 93, 122, 259, 304, 380
- hexadecimaal, 76, 89, 102, 251, 252
- holdtijd, 343, 344
- hoofdprogramma, 88, 117, 122, *zie* main
- hoofdroutine, 11, 13, 25, 28, 37, 40, 61, *zie ook* main
- argc, 37, 38
- argv, 37, 38, 42, 173
- argv[0], 38, 40, 173
- **char\*\***, 174
- main, 13, 28, 37, 40, 61, 97
- **return**, 13, 14, 40, 98
- hyperterminal, 241, 253
- hysterese, 308, 310
- hystereselus, 309, 310

## I

- I<sup>2</sup>C-bibliotheek, 269–272, *zie* Peter Fleury
- I<sup>2</sup>C-interface, 88, 255, 260, 266–276
- ACK-bit, 268
- bij DS1307 real time clock, 272–276
- bit rate, 269, 270
- identificatiecode, 266, 270
- klokfrequentie, 270
- master, 267
- protocol ontvangen data, 268–269
- protocol versturen data, 268–269
- schrijf/leesbit, 268
- SCL, kloklijn, 267
- SDA, datalijn, 267
- slave, 267
- slave-adres, 267
- startconditie, 267
- stopconditie, 267
- verschil met SPI, 267
- versturen 0, 267
- versturen 1, 267
- i2c.c, 269
- i2c.h, 269
- i2c\_init(), 269, 270, 275
- i2c\_read(), 269, 272, 273
- i2c\_restart(), 269, 270, 273
- i2c\_start(), 269, 270, 273
- i2c\_stop(), 269, 272, 273
- i2c\_write(), 269, 272, 273
- IAR Embedded Workbench, 373
- IEC, 338, *zie* International Electrotechnical Commission
- 617-12: 1991, 338
- IEEE, 71, 329, 338
- 754 SinglePrecision Format, 71
- JTAG 1149.1, 329
- Std 91-1984, 338
- Std 91a-1991, 338

- if**, *zie* voorwaardelijke opdracht
- #if**, *zie* voorwaardelijke preprocessoropdracht
- if-else-if**, *zie* voorwaardelijke opdracht
- Imagecraft C-Compiler, 373
- in- en uitvoer
- binary, 177
- EOF, 179, 181
- FILE \*, 176, 251, 252, 254
- FILE-structuur, 252, 253
- filepointer, 177, 178, 181
- lezen en schrijven bij bestanden, 178
- lezen uit bestand, 179
- mode, 177
- stdin, 178, 181, 230, 253
- stdout, 36, 178, 182, 230, 252
- text, 177
- in- en uitvoerfunctie, 178–179
- eeprom\_read\_byte(), 256–258, 302, 303, 354
- eeprom\_write\_byte(), 256–258
- fclose(), 176, 178, 325
- FDEV\_SETUP\_STREAM(), 251, 252, 254
- fflush(), 34, 36, 327
- fgetc(), 36, 178, 179, 181–182, 251
- fputc(), 178
- fgets(), 178–181
- fputs(), 178
- fopen(), 164, 176, 177, 324
- fprintf(), 178, 253
- fputc(), 36, 182, 251
- fread(), 178, 179, 182–184
- fwrite(), 178
- fscanf(), 176–179, 253
- fseek(), 182, 183
- ftell(), 182, 184
- getc(), 36, 182
- getchar(), 36, 69, 182
- pgm\_read\_byte(), 112, 260, 302, 303, 354
- printf(), 12–14, 20, 35, 36, 178, 230, 232, 251, 253
- putc(), 36, 182
- putchar(), 36, 182
- puts(), 36
- rewind(), 182, 184
- scanf(), 34–36, 164, 178, 251
- sprintf(), 231
- inb(), *zie* verouderde notatie
- #include, 12, 27, 28, 61, 63
- indirectie-operator, 159, *zie* \*, dereferentie pointer
- info, *zie* Unix-commando
- inhoud van pointer, 100, 101, 159, 161, 163, *zie ook* \*, dereferentie pointer
- init\_motor(), 293
- init\_adc(), 208
- initlcd(), 223, 227
- inp(), *zie* verouderde notatie
- Input/Output, 4, 5, 87, 88
- inspringen, 43, 45, 63
- instructie, 5, 8

- instructiedecoder, 87
  - instructieregister, 5, 87
  - int**, *zie* datatype
  - integer, 13, *zie* datatype **char**, **int**, **long**, **signed**, **signed**
  - International Electrotechnical Commission, 339
  - interrumpeerbare interrupt, 123, 376
  - INTERRUPT, *zie* verouderde notatie
  - interrupt, 5, 88, 108, 117–124
    - acties bij aanroep ISR, 122
    - ADC, 206, 209, 211
    - analoge comparator, 307, 308, 310
    - cli(), 119, 123
    - externe, 88, 118
    - externe interrupt 0, 87, 120, 123, 144, 315
    - externe interrupt 2, 133
    - global interrupt bit, 121, 123
    - initialisatie, 122
    - input capture, 311
    - interne, 118
    - Interrupt Service Routine, 88, 89, 108, 110, 118, 121–123, 132, 140–144, 206, 245, 247, 249, 374
    - interrupt service routine, 108
    - interruptvector, 100, 118, 121, 122
    - output compare, 138, 300, 301, 316
    - resetvector, 88, 89, 122
    - sei(), 109, 119, 122, 123
    - statusregister, 141
    - timer, 143, 144
    - timer 0 compare match, 282, 299, 316
    - timer 0 overflow, 109, 140, 144, 211, 280–282, 288
    - timer 1 input capture, 312
    - timer 1 overflow, 311, 312
    - timer 2 compare match, 317
    - timer 2 overflow, 143, 317
    - USART data register empty, 245, 247, 249
    - USART dataregister empty, 248
    - USART receive complete, 244, 245, 247–249
    - watchdog reset, 321
  - interruptfunctie, 88, 89, 108, 110, 140, 247, 249, 374, *zie ook* interrupt, Interrupt Service Routine
  - interruptmechanisme, 118
    - aspecten bij, 121
  - inverter, 338–339, *zie ook* CMOS
  - invoer
    - geformatteerde, 34–36
    - ongeformatteerde, 36–37
  - IO, *zie* Input/Output
  - IO-poort, 87, 98, 99, 101, *zie ook* ATmega32 IO
  - IO-register, 89, 100, *zie ook* ATmega32 IO
  - isalnum(), *zie* testfunctie
  - isctrl(), *zie* testfunctie
  - isdigit(), *zie* testfunctie
  - islower(), *zie* testfunctie
  - ispunct(), *zie* testfunctie
  - ISR, *zie ook* interrupt, Interrupt Service Routine
  - isspace(), *zie* testfunctie
  - isupper(), *zie* testfunctie
  - iteratie, 100, 163
    - **do while**, 57
    - **for**, 53, 54, 58
    - **while**, 57
  - iteratieve functie, 185, 186
  - iteratieve opdracht, *zie* herhalingsopdracht
  - itoa(), *zie* stdlib-bibliotheek
- ## J
- JFET, *zie* Junction Field Effect Transistor
  - Joint Test Action Group, 92, 329–331
  - JTAG, 121, 122, 329, *zie ook* Joint Test Action Group
    - debuggen via, 331
    - extest, 331
    - intest, 331
    - programmeren via, 331
  - JTAG-interface, 88, 91, 92, 96
    - TAP-controller, 330
    - TCK, test clock, 97, 330
    - TDI, test data in, 96, 330
    - TDO, test data out, 97, 330
    - TMS, test select mode, 96, 330
    - TRST, test reset, 330
  - JTAG-programmer, 92, 93, 96
  - Junction Field Effect Transistor, 104, 291, 337
- ## K
- kathode, 106, 215
  - keramische oscillator, 138
  - Kernighan, Brian, 12
  - keywords, *zie* gereserveerde namen
  - klokdeleer, 108, 120, 136, 141
  - kloklank, 136, 342, 343
  - klokfrequentie, 98, 100, 102, 108, 135, 139, 140, 200, 204, 218, 238, 241, 343
  - komma-operator, *zie* operator, komma-kristal, 138, 141
  - kristalfrequentie, 230
  - KS0066, 214
- ## L
- L, *zie* getallen
  - L293D, quadrupule half-H driver, 291
  - laddernetwerk, 334
  - latch, 99, *zie ook* D-latch
  - LCD, 263, 267, *zie* Liquid Crystal Display
  - LCD-bibliotheek, *zie* Peter Fleury
  - lcd4write(), 227
  - lcd8write(), 227
  - lcd\_clrscr(), 311, 312
  - lcd\_fputc(), 254
  - lcd\_init(), 311, 312
  - lcd\_puts(), 311, 312
  - lcdcommand(), 223, 227
  - lcdputc(), 223, 227
  - lcdputs(), 227
  - lcdwrite(), 223
  - led, 96–98, 102, 118, 119, 127, 207, 213, 215
    - aansturing, 96, 97, 103–104
  - Led Blink, 96–102
    - met bitnotatie, 123–124
    - met delay\_loop\_2, 100–102
    - met delay\_ms, 102
    - met delay\_us, 102
    - met externe interrupt 0, 121
    - met **for**-lus, 97–100
  - ledarray, *zie* dotmatrix
  - ledmatrix, 213, *zie ook* dotmatrix
  - ledspanning, 104, 105
  - ledstroom, 104, 105
  - leesbaarheid, 51, 56, 57, 62–64, 80, 101
  - level sensitive, *zie* niveaugevoelig
  - lijst, 164, 194
    - afdrukken, 196
    - gebruik pointers bij, 164
    - object, 165
    - record, 194
    - toevoegen aan, 194
    - verwijderen, 196
  - limits.h, *zie* standaardbibliotheek
  - linker, 15, 93
  - linking, 14, 380
  - Liquid Crystal Display, 213–234, *zie ook* HD44780
  - LM74, temperatuursensor, 261
  - locale.h, *zie* standaardbibliotheek
  - log(), *zie* math-bibliotheek
  - log10(), *zie* math-bibliotheek
  - logische bewerking, 64, 80
    - EN, 31, 80
    - NIET, 80, 125
    - OF, 80
  - long**, *zie* datatype
  - look-up table, 131, *zie ook* opzoektabel
  - loop assignment, *zie* herhalingsopdracht
  - ls, *zie* Unix-commando
  - ltoa(), *zie* stdlib-bibliotheek
  - Lucebert, 176
  - luidspreker, 296
- ## M
- machinecode, 122
  - macro, 12, 42, 51
    - **\_AVR\_EEPROM\_H\_**, 303, 354
    - **\_\_AVR\_\_**, 354, 358
    - **\_\_CYWIN\_\_**, 325
    - **\_\_PGMSPACE\_H\_**, 303, 354
    - **BAUD**, 238
    - **DDRA**, 99, 100, 374
    - **EEMEM**, 258, 260, 303
    - **F\_CPU**, 102, 103, 230, 238, 241, 250
    - **freq\_timer\_off**, 302
    - **max**, 51, 52, 58



- min, 51
- PORTA, 374
- PROGMEM, 111, 260, 303
- UART\_BAUD\_SELECT, 250
- UBRR\_VALUE, 238
- main, *zie ook* hoofdroutine
- make, *zie* Unix-commando
- Makefile, 101, 377–382
- \$-, 379
- \$@, 379
- \$^, 379
- aanroep macrodefinitie, \$( ), 378
- afhankelijkheidsregel, 377, 379
- commandoregel, expliciete, 377, 379
- commandoregel, impliciete, 379
- commentaar, #, 379
- doel, 377
- dubbele punt, :, 377
- macrodefinitie, 378
- vereiste, 377
- wildcard, 379
- Makefile bij AVRstudio, 379–382
- malloc(), *zie* geheugenfunctie
- man, *zie* Unix-commando
- mantisse, 71, 72
- marking, *zie* RS232
- masker, 115
- master, 261, 267, 342
- master-slave flipflop, 342
- math-bibliotheek
  - acos(), 79
  - asin(), 79
  - ceil(), 79
  - atan(), 79
  - cos(), 79
  - cosh(), 79
  - exp(), 79
  - fabs(), 79
  - floor(), 79
  - logh(), 79
  - log10(), 79
  - pow(), 79
  - round(), 79
  - sin(), 79
  - sinh(), 79
  - tan(), 79
  - tanh(), 79
- math.h, *zie* standaardbibliotheek
- MAX232, 236, 242, *zie* RS232
- MCU, *zie* microcontroller unit
- Mega Instruction Per Seconde, 4
- menselijk oog, 105
- Metal Oxide Semiconductor, 337
- Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor, 104, 291, 337
- metastabiel, 343, 344
- metastabiliteit, 344
- microcode, 8
- microcontroller, 2–9, 11, 57, 71, 72, 75, 79, 81, 85–93, 95, 117, 119, 121, 128, 130,

- 135, 157, 197, 198, 213, 216, 222, 230, 323, 337
- architectuur, 5
- keuze, 9
- omzet, 2
- verschil met microprocessor, 4–5
- microprocessor, 3–5, 7, 11, 197
- architectuur, 4
- omzet, 2
- verschil met microcontroller, 4–5
- MinGW, 16, 178
- in combinatie met Msys, 17, 34, 36
- met Code::Blocks, 17
- MIPS, *zie* Mega Instruction Per Seconde
- MLF, *zie* behuizing, Micro Lead Frame
- MML, *zie* Music Markup Language
- MOS, *zie* Metal Oxide Semiconductor
- MOSFET, *zie* Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor
- motor\_off(), 293
- motor\_on(), 292, 293
- MPU, *zie* microprocessor unit
- Music Markup Language, 296
- muziek, 296
  - frequentie, 296, 352
  - octaaf, 351, 352
  - relatieve toonduur, 296
  - tempo, 296
  - tijdsduur, 296
  - toon, 296
  - toonduur, 351
- muziek afspelen, 296–304, 351–359

## N

- naamgeving, 65–66
- naar links schuiven, *zie* bitbewerking
- naar rechts schuiven, *zie* bitbewerking
- NAND, 132, *zie ook* CMOS
- nauwkeurigheid
  - \_delay\_ms, 103
  - ADC, 198, 203, 208
  - bij format specifier, 75
  - **double**, 72
  - **float**, 72
  - **long double**, 72
  - oscillator, 138
- newStud(), 194
- NFET, *zie* Field Effect Transistor
- nibble, 217, 225
- niveaugevoelig, 340–342
- NMOS-transistor, 337–339, 345–347
- Nokia beltoon, 297
- noot, 297, 298, 351
- nop, 123, 133, 218, 284, 287
- NPN-transistor, 103–105
- NULL, 163, 165, 170, 172, 177, 179, 194, 196
- nullpointer, 172, 177, *zie ook* NULL
- nulmodemverbinding, *zie* RS232

nulstand, 294–296

## O

- object, 164
- objectcode, 15, 28
- octaaf, 351, 352
- octaal, 76
- omgevingslicht, 215
- onderhoudbaarheid, 51, 378
- oneindige lus, 55, 57, 97, 98, 123, 140, 224, 252
- ontvanger, 236, 237, 239, 246
- OpenComm(), 326
- operand, 51, 78, 81
- operator, 67–82
  - bit-, *zie* bitbewerking
  - conditionele, *zie* voorwaardelijke opdracht, ?:
  - decrement, 51, 82
  - increment, 51, 82
  - komma-, 56
  - logische, *zie* logische bewerking
  - relationele, *zie* relationele bewerking
  - schuif-, *zie* bitbewerking
  - **sizeof**(), 78, 158, 162, 163, 193
- opmaak, 61–66
- opzoektabel, 107, 110, 113, 131, 356
- oscillator, 88, 90
  - magische frequentie, 238
- oscillatorfrequentie, 219
- outb(), *zie* verouderde notatie
- outp(), *zie* verouderde notatie
- overdraagbaarheid, 102, 178, 180

## P

- package, *zie* behuizing
- PAL, *zie* Programmable Array Logic
- parameter, 13, 25, 27, 28
  - actuele, 28–30
  - formele, 28–30
  - ingangs-, 13, 17, 26
- parameterlijst, 14, 28, 29, 164
- pariteitsbit, *zie* RS232
- parser, 181
- Pascal, Blaise, 153
- PDIP, *zie* behuizing, Plastic Dual-In-line Package
- periodetijd, 278, 279, 281
- Peter Fleury
  - I<sup>2</sup>C-bibliotheek, 229, 250
  - LCD-bibliotheek, 229–234, 250, 253
  - lcd\_clrscr(), 229, 230, 253, 254
  - lcd\_putc(), 254
  - lcd\_gotoxy(), 229, 230, 253
  - lcd\_init(), 229, 230, 254
  - lcd\_putc(), 229, 230, 253
  - lcd\_puts(), 229, 230
  - UART-bibliotheek, 229, 250–253
  - UART\_BAUD\_SELECT(), 250, 252, 254

- `uart_getc()`, 250, 252, 254
- `uart_init()`, 250, 252, 254
- `uart_putc()`, 250, 252, 254
- `uart_puts()`, 250
- PFET, *zie* Field Effect Transistor
- `pgm_read_byte()`, *zie* in- en uitvoerfunctie
- `pgmspace-bibliotheek`
  - `__PGMSPACE_H_`, 303, 354
  - `pgm_read_byte()`, 112, 260, 302, 303
  - `prog_int8_t`, 111
  - `prog_uchar`, 111
  - `PROGMEM`, 111, 260, 303
- PIN, *zie* ATmega32 IO, PIN, ingangsregister
- `pinout`, 87
- pipelining, 7, 85
- `PlayRTTTL()`, 299, 300, 353, 358
- PLC, *zie* Programmable Logic Circuit
- PLD, *zie* Programmable Logical Device
- PMOS-transistor, 337–339, 345–347
- PNP-transistor, 104–106
- pointer, 21, 31, 38, 100–102, 157–165, 167, 227, 356
  - declaratie, 158
  - fouten met, 160–161
  - reken met, 159–160
  - toepassingen, 164–165
  - toewijzing, 158–159
- pointer naar functie, 191–192
  - declaratie, 192
- polling, 117, 128–131
- PORT, *zie* ATmega32 IO, PORT, uitgangsregister
- potmeter, 216
- `pow()`, *zie* math-bibliotheek
- power-on-reset, 121, 122, 319
- pragma, 374
  - `#pragma`, 374
- preprocessing, 14
- preprocessor, 14, 93
- preprocessoropdracht, 12, 15, 51, 101, 325
- prescaled clock, *zie* gedeelde klok
- prescaler, *zie* klokdeler
- priemgetal, 58
- Princeton, *zie* architectuur, Princeton-principe analoge comparator, 306
- `print_age()`, 25, 27
- `print_ctype()`, 46, 59
- `print_digit()`, 46, 47
- `printb()`, 70, 77, 78
- Printed Circuit Board, 235, 329
- `printf()`, *zie* in- en uitvoerfunctie
- `printStuds()`, 194
- prioriteit, *zie* voorrangregels
- producer-consumer problem, 246
- `PROGMEM`, 111, 260, 303
- programcounter, 5, 87, 141
- programma
  - argumenten doorgeven, 37–40
  - naam van het, 38, 173
  - neveneffecten van een, 39, 64, 84
  - programma, uitvoerbaar, 14
  - Programmable Array Logic, 3
  - Programmable Logic Circuit, 3
  - Programmable Logical Device, 3
  - Programmable Read Only Memory, 6
  - programmabus, 7, 85
  - programmacode ATmega32
    - aansturen 4-digitaal 7-segmentdisplay, 114
    - aansturen dotmatrix, 107
    - aansturen dotmatrix met opzoektabel in flash, 111
    - aansturen dotmatrix met timer 0, 109
    - aansturen ledarray, 107
    - aansturen servomotor, 295
    - aansturen vier PWM-signalen met timer 0, 282
    - aansturing van een rgb-led met fast-PWM, 289
    - acht drukknoppen met interrupt, 133
    - acht drukknoppen met polling, 133
    - ADC automatic trigger en timer 0, 211
    - ADC freerunning mode, 212
    - ADC single conversion met interrupt, 209
    - ADC single conversion zonder interrupt, 209
    - afspelen RTTTL-beltoon, 299
    - benaderen DS1307 via I<sup>2</sup>C, 275
    - demonstratie analoge comparator, 308
    - demonstratie analoge comparator met hysteresis, 309, 310
    - drukknop met interrupt, 120
    - drukknop met interrupt in bitnotatie, 123
    - drukknop met polling, 129, 130
    - EEPROM initialiseren, 259
    - EEPROM schrijven en lezen, 257
    - EEPROM benaderen met EEMEM, 258
    - `eeprom_read_byte()`, 257
    - `eeprom_write_byte()`, 257
    - extern EEPROM benaderen via SPI, 264, 265
    - `fade()`, 289
    - flash initialiseren en lezen, 260
    - functies besturen robotwagen, 293
    - LCD gebroken getallen met `dtostrf`, 232
    - LCD gebroken getallen met `sprintf`, 232
    - I<sup>2</sup>C-bibliotheek, 269
    - `init_motor()`, 293
    - initialisatie analoge comparator, 307
    - knipperen led met `_delay_loop_2`, 100
    - knipperen led met `_delay_ms`, 102
    - knipperen led met `for`-lus, 97
    - LCD met acht datalijnen, 224
    - LCD met acht datalijnen en bewegende tekst, 225
    - LCD met bibliotheek Peter Fleury, 229
    - LCD met vier datalijnen, 228
    - meten pulsbreedte met timer 1, 311, 312
    - minimale configuratie CTC-mode timer 0, 283
    - minimale configuratie fast-PWM timer 0, 284
    - minimale configuratie phase-correct-PWM timer 0, 287
    - `motor_off()`, 293
    - `motor_on()`, 292
    - regeling lichtintensiteit led met fast-PWM, 287
    - rtc-bibliotheek voor DS1307, 273
    - `rtc_time_to_string()`, 275
    - slaapstand idle en interrupt 0 als wekker, 315
    - slaapstand idle en timer 0 als wekker, 316
    - slaapstand idle met timer 0 en uitgang OC0, 317
    - slaapstand power-save met timer 2 als wekker, 317
    - `spi_eeprom_read_byte()`, 265
    - `spi_eeprom_write_byte()`, 265
    - `string_to_rtc_time()`, 275
    - watchdog principe, 320
    - watchdog voorbeeld, 321
  - programmacode pc
    - afdrukken Quételet-index, 72
    - afdrukken tweedimensionaal array, 152
    - berekening getallen van Fibonacci met array, 147
    - berekening getallen van Fibonacci met pointers, 162
    - cijfer als tekst afdrukken, 47
    - datastructuur afdrukken, 193
    - `double` en `float`, 76
    - driehoek van Pascal, 154
    - eigenschappen cijfer afdrukken, 49
    - eigenschappen karakter afdrukken, 46
    - gehele getallen binair afdrukken, 77
    - hello world, 12
    - hello world niet-ANSI, 14
    - hello world voor Dev-C++, 13
    - hexadecimale en octale getallen, 77
    - invoer met argumenten, 38
    - iteratieve berekening faculteit, 186
    - iteratieve berekening Fibonacci, 186
    - leeftijd afdrukken met functie `age`, 25
    - lezen en afdrukken naam en leeftijd, 34
    - lezen uit bestand met `fgetc`, 181
    - lezen uit bestand met `fgets`, 179
    - lezen uit bestand met `fread`, 183
    - lezen uit bestand met `fscanf`, 177
    - lijst afdrukken, 195
    - naam en leeftijd afdrukken, 20
    - omzetten jaar, maand en dag, 169
    - ongeformatteerd lezen en afdrukken, 36
    - ontvangen via de COM-poort, 327
    - `readRTTTLdefaults()`, 355
    - `readRTTTLnote()`, 357
    - recursieve berekening faculteit, 185
    - recursieve berekening Fibonacci, 185
    - RTTTL muziek afspelen, 353, 359
    - sorteren met `qsort`, 189
    - sorteren met quicksort, 186

- toestandsmachine, 50
  - verschil tussen == en =, 40
  - versturen via de COM-poort, 325, 326
  - voorbeeld met `strncpy` en `strlcpy`, 171
  - vullen en afdrucken meerdimensionaal array, 152
  - programmageheugen, 5, 88
  - programmateller, *zie* programcounter programmer, 93
  - PROM, *zie* Programmable Read Only Memory
  - prototype, 22, 26, 27, 29, 42, 61, 158, 189, 194, *zie ook* functie, prototype
  - pulldowntransistor, 98, *zie ook* CMOS
  - pulluptransistor, 98, 129, 131, *zie ook* CMOS
  - pullupweerstand, 98, 118, 127–132
  - pulsbreedte, 278, 284, 285, 295
    - bij servomotor, 295
  - pulsbreedtemodulatie, 277–304
    - aansturing DC-motoren, 291–294
    - aansturing servomotor, 294–296
    - bij een pulsvormig signaal, 278
    - bij een sinusvormig signaal, 278
    - CTC-modus, 279, 282–283, 296–304, 316
    - duty-cycle, 278
    - duty-cycle bij fast-PWM, 284
    - duty-cycle bij phase-correct-PWM, 285
    - fast-PWM, 283–284, 287–290
    - fast-PWM-modus, 279, 298
    - frequentie bij CTC-modus, 283
    - frequentie bij fast-PWM, 284
    - frequentie bij normal modus, 280, 281
    - frequentie bij phase-correct-PWM, 285
    - het aansturen van een led, 278
    - input-capture-modus, 279, 310–314
    - muziek afspelen, 296–304
    - normal modus, 137, 140, 279–281
    - phase-and-frequency-correct, 286, 294–296
    - phase-and-frequency-correct-PWM, 279
    - phase-correct, 284–287, 291–296
    - phase-correct-PWM, 279
    - regeling intensiteit led, 287–290
    - relatieve pulsduur, 278
  - pulsduur, 278, 279, 281, 294
    - bij servomotor, 294
  - Pulse Width Modulation, 88, 138, 277–304, *zie ook* pulsbreedtemodulatie
  - `putc()`, *zie* in- en uitvoerfunctie
  - `putchar()`, *zie* in- en uitvoerfunctie
  - `puts()`, *zie* in- en uitvoerfunctie
  - PWM, 198, 277–304, *zie ook* Pulse Width Modulation
    - aansturing DC-motoren, 291–294
    - aansturing servomotor, 294–296
    - CTC-modus, 279, 282–283, 296–304, 316
    - duty-cycle bij fast-PWM, 284
    - duty-cycle bij phase-correct-PWM, 285
    - fast, 279, 283–284, 287–290, 298
    - frequentie bij CTC-modus, 283
    - frequentie bij fast-PWM, 284
    - frequentie bij normal modus, 280, 281
    - frequentie bij phase-correct-PWM, 285
    - input-capture-modus, 279, 310–314
    - muziek afspelen, 296–304
    - normal modus, 137, 140, 279–281
    - phase-and-frequency-correct, 286, 294–296
    - phase-and-frequency-correct-PWM, 279
    - phase-correct, 284–287, 291–296
    - phase-correct-PWM, 279
    - regeling intensiteit led, 287–290
    - rekeneenheid, centrale, 4
    - rekenkundige bewerking, 64
      - aftrekken, -, 78, 159
      - bij microcontroller, 79
      - delen, /, 64, 78
      - `floor()`, 78
      - machverheffen, 78
      - modulus, %, 58, 78, 113
      - optellen, +, 64, 78, 159
      - `pow()`, 78
      - remainder, 58
      - uit `math.h`, 79
      - uit `stdlib.h`, 79
      - vermenigvuldigen, \*, 64, 78
    - relatieve pulsduur, 278, 284
    - relatieve toonduur, 296
    - relationele bewerking, 39, 80
    - !=, 39, 80
    - <=, 39, 80
  - frequentie bij fast-PWM, 284
  - frequentie bij normal modus, 280, 281
  - frequentie bij phase-correct-PWM, 285
  - input-capture-modus, 279, 310–314
  - muziek afspelen, 296–304
  - normal modus, 137, 140, 279–281
  - phase-and-frequency-correct, 279, 286, 294–296
  - phase-correct, 279, 284–287, 291–296
  - regeling intensiteit led, 287–290
- ## Q
- `qsort()`, *zie* `stdlib`-bibliotheek
  - Quételet, Adolphe, 73
  - `quicksort()`, 188
- ## R
- R/2R-laddernetwerk, 334
  - RAM, *zie* Random Access Memory
  - `random()`, *zie* `stdlib`-bibliotheek
  - Random Access Memory, 4–6, 88–89, 246, 256, 302, 304, 354
  - `random_r()`, *zie* `stdlib`-bibliotheek
  - Read Only Memory, 6
  - read-modify-write instruction, 126
  - `ReadCommByte()`, 327
  - real time, 3, 141, 272
  - real time clock, 255, 263, 267
    - met DS1307, 272–276
    - met timer 2, 141–142
  - `realloc()`, *zie* geheugenfunctie
  - recursie, 184–191
  - recursie versus iteratieve oplossingen, 185–186
  - Reduced Instruction Set Computer, 8
  - referentie, 203, 306
  - referentiespanning, 306, 309
    - ADC, 199, 208
    - analoge comparator, 306
    - DAC, 199, 333, 335
  - regeling intensiteit led, 287–290
  - rekeneenheid, centrale, 4
  - rekenkundige bewerking, 64
    - aftrekken, -, 78, 159
    - bij microcontroller, 79
    - delen, /, 64, 78
    - `floor()`, 78
    - machverheffen, 78
    - modulus, %, 58, 78, 113
    - optellen, +, 64, 78, 159
    - `pow()`, 78
    - remainder, 58
    - uit `math.h`, 79
    - uit `stdlib.h`, 79
    - vermenigvuldigen, \*, 64, 78
  - relatieve pulsduur, 278, 284
  - relatieve toonduur, 296
  - relationele bewerking, 39, 80
  - !=, 39, 80
  - <=, 39, 80
  - <, 39, 80
  - ==, 39, 80
  - >=, 39, 80
  - >, 39, 80
  - representatie, 67, 69, 72, *zie ook* getallen
  - resetvector, *zie* interrupt, resetvector
  - resolutie, 334
  - return**, 27, 28, 30, 31, 59, *zie ook* hoofdrountine
  - `rewind()`, *zie* in- en uitvoerfunctie
  - rgb-led, 277, 289–290
  - Ring Tone Text Transfer Language, 297, 351–359
    - beats per minuut, 351
    - berekening frequentie, 356
    - berekening OCR, 302
    - berekening tijdsduur, 356
    - frequentie, 297, 352, 353, 356
    - frequentiebereik, 298
    - melodie CocaCola, 297
    - melodie Für Elise, 302, 351
    - melodie Wilhelmus, 302, 359
    - microcontrollerapplicatie, 296–304
    - noot, 351, 352, 358
    - octaaf, 297, 351, 352, 356, 358
    - pc-applicatie, 358–359
    - speciale toonduur, 351
    - specificatie van, 351–352
    - standaardoctaaf, 352, 353
    - standaardparameters, 297, 351, 353
    - standaardtijdsduur, 353, 355
    - standaardtoonduur, 351–353
    - tempo, 352, 353
    - tijdsduur, 297, 352, 353, 356
    - toonduur, 351, 356
  - ringbuffer, *zie* buffer, circulaire
  - RISC, *zie* Reduced Instruction Set Computer
  - Ritchie, Dennis, 12
  - ROM, *zie* Read Only Memory
  - `round()`, *zie* `math`-bibliotheek
  - RS232, 88, 235, 323
    - baud rate, 237–238, 241, 324
    - databits, 239–241, 324, 325
    - DB9-connector, 240, 241, 323
    - marking, 323
    - MAX232, 236
    - nulmodemverbinding, 236, 323
    - pariteitsbit, 239–241, 324, 325
    - protocol, 238–239, 323–324
    - RX, 236, 240–242, 323
    - spacing, 323
    - startbit, 239, 324
    - stopbit, 239–241, 324, 325
    - TX, 236, 240–242, 323
  - `rtc.c`, 273
  - `rtc.h`, 273
  - `rtc_get_date()`, 273, 274
  - `rtc_get_time()`, 274
  - `rtc_set_date()`, 274
  - `rtc_set_time()`, 273

- rtc\_time\_to\_string(), 274, 275
  - RTTTL, *zie* Ring Tone Text Transfer Language
  - rtttl-bibliotheek, 302
  - ▀ `__RTTTL_LIB__`, 302–304, 358
  - ▀ `freq_timer_off`, 300
  - ▀ `playingRTTTL`, 300
  - ▀ `readnextRTTTLtoken()`, 302, 354, 355, 357
  - ▀ `readRTTTLdefaults()`, 297, 299, 302, 353, 355
  - ▀ `readRTTTLnote()`, 297, 299, 300, 302, 353, 356, 357
  - ▀ `readRTTTLtoken()`, 302, 354, 355, 357
  - ▀ `rtttl.h`, 299, 302, 358
  - ▀ `rtttl.lib.c`, 353, 358
  - ▀ `rtttl.lib.h`, 299, 302, 354, 358, 359
  - ruis, 308, 315, 349, 371
  - runtime errors, *zie* fouten, runtime-
- S**
- `sbi()`, *zie* verouderde notatie
  - scan path, *zie* test, scanpad
  - `scanf()`, *zie* in- en uitvoerfunctie
  - scheduling, *zie* tijdplanning
  - schema
    - ▀ aansturing DC-motor met L293D, 292
    - ▀ aansturing LCD met acht datalijnen, 223
    - ▀ aansturing LCD met vier datalijnen, 226
    - ▀ aansturing luidspreker, 296
    - ▀ aansturing magnetische buzzer, 297
    - ▀ aansturing rgb-led, 289
    - ▀ acht drukknoppen en een 7-segmentdisplay (polling), 131
    - ▀ acht drukknoppen en NAND voor interrupt, 132
    - ▀ analoge comparator met hysteresis, 308
    - ▀ demonstratie analoge comparator, 307
    - ▀ voor demonstratie interrupt INT0, 119
    - ▀ meting met ADC, 207
    - ▀ piezo-elektrische buzzer, 297
    - ▀ seriële verbinding met de UART, 241
    - ▀ voor knipperen led, 96
    - ▀ voor testen timer 0, 138
  - schmitttrigger, 98, 99, 128, 308, 349–350
  - schuifoperator, *zie* bitbewerking
  - scope, 28, 29, 43
    - ▀ block, 29
    - ▀ file, 29
    - ▀ function, 29
    - ▀ function prototype, 29
  - seriële communicatie, 236, 323
  - seriële programmer, 92, 93
  - Serial Peripheral Interface, 5, 88, 91, 235, 255, 260–267
    - ▀ master mode, 261
    - ▀ MIS0, Master In Slave Out, 92, 261
    - ▀ MOSI, Master Out Slave In, 92, 261, 264
    - ▀ SCK, Spi Clock, 92, 261, 264
    - ▀ slave mode, 261
    - ▀ SS, Slave Select, 261, 264
    - ▀ verschil met I<sup>2</sup>C, 267
  - serieel, 323
  - servomotor, 277, 294–296
  - setuptijd, 218, 343, 344
  - short**, *zie* datatype
  - SIGNAL, *zie* verouderde notatie
  - signed**, *zie* datatype
  - simplex, 323
  - simulator, 96
  - `sin()`, *zie* math-bibliotheek
  - `sinh()`, *zie* math-bibliotheek
  - sink, 97
  - `size_t`, *zie* datatype
  - sizeof()**, *zie* operator
  - slaapstand, 314–319
    - ▀ ADC noise reduction, 315
    - ▀ extended standby, 315
    - ▀ idle, 315, 317
    - ▀ power-down, 315, 316
    - ▀ power-save, 315
    - ▀ standby, 315
  - slave, 261, 267, 342
  - sleep mode, 314–319
  - sleep-bibliotheek
    - ▀ `set_sleep_mode()`, 315, 317
    - ▀ `sleep_mode()`, 315, 317
  - `sleep.h`, 315, 317
  - sleutel, 107
  - SMD, *zie* Surface Mounted Device
  - sorteren, 188–191
    - ▀ `qsort`, 188–191
    - ▀ quicksort, 188
  - source, 97, 337, 347
  - spacing, *zie* RS232
  - SPI, *zie* Serial Peripheral Interface
  - `spi_eeprom.c`, 264, 265
  - `spi_eeprom.h`, 263
  - `spi_eeprom_read_byte()`, 263, 265
  - `spi_eeprom_write_byte()`, 263, 265
  - `spi_init()`, 264, 265
  - `spi_transfer()`, 263–265
  - `sprintf()`, *zie* in- en uitvoerfunctie
  - sprongopdracht, 58–59
    - ▀ **break**, 47, 48, 58–59, 186
    - ▀ **continue**, 58–59, 249, 355
  - `square()`, 192
  - `srandom()`, *zie* stdlib-bibliotheek
  - stack, 22, 141, 255
  - stack-overflow, 123, 376
  - stackpointer, 87
  - Stallman, Richard, 16
  - standaard Unix-bibliotheek
    - ▀ `unistd.h`, 325
    - ▀ `unistd.h`, 359
  - standaard Windows-bibliotheek
    - ▀ `windows.h`, 326
    - ▀ `windows.h`, 358
  - standaardbibliotheek
    - ▀ `assert.h`, 367
    - ▀ `ctype.h`, 42, 365
    - ▀ `errno.h`, 367
    - ▀ `floats.h`, 72, 365–366
    - ▀ `limits.h`, 68, 365
    - ▀ `locale.h`, 366
    - ▀ `math.h`, 79, 367
    - ▀ `stdarg.h`, 363
    - ▀ `stdbool.h`, 80
    - ▀ `stddef.h`, 364
    - ▀ `stdint.h`, 101
    - ▀ `stdio.h`, 12, 361–362
    - ▀ `stdlib.h`, 14, 38, 79, 113, 363
    - ▀ `string.h`, 22, 165, 364
    - ▀ `time.h`, 366
  - standaardinvoer, 36, 178
  - standaarduitvoer, 36
  - standard library, *zie* standaardbibliotheek
  - `starcmp()`, 190
  - `starcmp_size()`, 190
  - `starcmp_reverse()`, 190
  - `start_freq_timer()`, 300–302
  - `start_ms_timer()`, 300, 301
  - startbit, *zie* RS232
  - startconditie
    - ▀ **do while**, 57
    - ▀ **for**, 54
    - ▀ **for**, zonder start- en eindconditie, 55
    - ▀ **for**, zonder startconditie, 186
    - ▀ **while**, 57
  - state machine, *zie* toestandsmachine
  - static**, 108, 109, 248, 282
  - Static Random Access Memory, 87
  - status
    - ▀ van het programma, 13, 40
  - statusregister, 5, 87, 100
  - `stdarg.h`, *zie* standaardbibliotheek
  - `stdbool.h`, *zie* standaardbibliotheek
  - `stddef.h`, *zie* standaardbibliotheek
  - `stdin`, *zie* in- en uitvoer
  - `stdint.h`, *zie* standaardbibliotheek
  - `stdio.h`, *zie* standaardbibliotheek
  - stdlib-bibliotheek
    - ▀ `abs()`, 79
    - ▀ `atoi()`, 38, 39, 73
    - ▀ `calloc()`, 162
    - ▀ `dtostre()` (avr-gcc), 231, 232
    - ▀ `dtostrf()`, 233, 234
    - ▀ `dtostrf()` (avr-gcc), 231, 232
    - ▀ `free()`, 162
    - ▀ `itoa()` (avr-gcc), 232
    - ▀ `ltoa()` (avr-gcc), 232
    - ▀ `malloc()`, 158, 162, 170, 183
    - ▀ `qsort()`, 189
    - ▀ `rand()`, 79, 113
    - ▀ `random()` (avr-gcc), 232
    - ▀ `random_r()` (avr-gcc), 232
    - ▀ `realloc()`, 162
    - ▀ `srand()`, 79
    - ▀ `srandom()` (avr-gcc), 232
    - ▀ `ultoa()` (avr-gcc), 232, 312
    - ▀ `utoa()` (avr-gcc), 232, 311, 312
  - `stdlib.h`, *zie* standaardbibliotheek
  - `stdout`, *zie* in- en uitvoer

- stoorsignalen onderdrukken, 96
  - stop\_freq\_timer(), 300–302
  - stop\_ms\_timer(), 300, 301
  - stopbit, *zie* RS232
  - strcat(), *zie* stringfunctie
  - strchr(), *zie* stringfunctie
  - strcmp(), *zie* stringfunctie
  - strcpy(), *zie* stringfunctie
  - string, 13, 24, 157, 167–174
    - einde van, *zie* \n *en* *zie ook* end-of-string
    - format, 35
    - gebruik pointers bij, 164
    - toekennen aan een string, 21
  - string.h, *zie* standaardbibliotheek
  - string\_to\_rtc\_time(), 275
  - stringfunctie, 22
    - strcat(), 22, 172
    - strchr(), 172
    - strcmp(), 22, 166, 168, 172, 190
    - strcpy(), 21, 22, 165–166, 170, 172, 192, 195
    - strlcat(), 172
    - strlcpy(), 170, 172
    - strlen(), 22, 170, 172, 180, 191
    - strlwr(), 172
    - strncat(), 172
    - strncmp(), 172
    - strncpy(), 170, 172, 173
    - strrchr(), 172
    - strstr(), 172
    - strtok(), 172
    - strupr(), 172
  - strlcat(), *zie* stringfunctie
  - strlcpy(), *zie* stringfunctie
  - strlen(), *zie* stringfunctie
  - strlwr(), *zie* stringfunctie
  - strncat(), *zie* stringfunctie
  - strncmp(), *zie* stringfunctie
  - strncpy(), *zie* stringfunctie
  - strrchr(), *zie* stringfunctie
  - strstr(), *zie* stringfunctie
  - strtok(), *zie* stringfunctie
  - struct**, *zie* datastructuur
  - structuur, 19, 61–66, 329
  - strupr(), *zie* stringfunctie
  - successieve approximatie, 198, 333
    - ADC gebaseerd op, 198–200
    - algoritme, 198
  - Surface Mounted Devices, 87
  - swap(), 188
  - switch**, *zie* voorwaardelijke opdracht
  - synchronizer, 344
  - synchronoon, 236, 237
  - streeffunctie
    - system(), 13
    - exit(), 324
    - Beep(), 358
    - sloop(), 325
  - usleep(), 359
- ## T
- tan(), *zie* math-bibliotheek
  - tanh(), *zie* math-bibliotheek
  - tekenbit, 71, 72
  - teller, 5, 88, 108, 135, *zie ook* timer
  - temperatuursensor, 261, 263, 267
  - tempo, 296
  - test
    - bed of needles, 329
    - boundary scan, 330, 331
    - boundary scan flipflop, 330
    - functionele, 329
    - productie-, 329
    - scanpad, 330
    - structurele, 329
    - testvector, 330
  - testfunctie
    - isalnum(), 43, 45
    - iscntrl(), 43, 58
    - isdigit(), 42, 43, 45
    - islower(), 43
    - ispunct(), 45
    - isspace(), 43, 181
    - isupper(), 43, 45
    - uit ctype.h, 43
  - Thévenin-vervangingschema, 336
  - Thomson, Kenneth, 12
  - through hole, 87
  - tijdplanning, 109, 128
  - tijdsduur, 279, 296, 297
  - tijdvertraging
    - berekenen, 139–140
    - delay's versus **for**-lussen, 100
    - delay's versus timer, 102
    - effect van delay's bij interrupts, 102
    - **for**-lussen bij interrupts, 102
    - interrupts tellen, 139
    - met delay.h, 97
    - met delay\_loop\_1, 100
    - met delay\_loop\_2, 100
    - met \_delay\_ms(), 97, 102, 107, 114, 129, 130, 133, 224, 225, 228, 229, 241
    - met \_delay\_us(), 97, 102, 219, 228
    - met **for**-lus, 98
    - met timer, 102
    - met timer 0, 140–141
  - time.h, *zie* standaardbibliotheek
  - timer, 88, 108–110, 135–144, 277–304
    - interrupt, 143, 144
    - interrupt overflow, 138
    - keuze, 298–299
    - output compare overflow, 138
    - timer 0, 136–141, 299
    - timer 0 als trigger voor ADC, 210
    - timer 0 voor aansturing DC-motor, 293
    - timer 0 voor intensiteit led, 287
    - timer 0 voor intensiteit rgb-led, 289
    - timer 1, 299
    - timer 1 voor aansturing servomotor, 295
    - timer 1 voor intensiteit rgb-led, 289
    - timer 2, 136, 299
    - timer 2 voor aansturing DC-motor, 293
  - timers.c, 300, 301
  - timers.h, 300
  - toestandsmachine, 50
    - diagram, 50
    - Mealy, 50
    - Moore, 50
    - toestand, 50
    - toestandsvergang, 50
  - toetsenbord, 2, 95, 130, 213, 251
  - toon, 296, 351
  - toonduur, 351
  - touch, *zie* Unix-commando
  - TQFP, *zie* behuizing, Thin Quad Flat Pack
  - transducer, 197
  - transistor, 215
  - transmissiepoort, 98, 99, 341–342, 346–348, *zie ook* CMOS
  - tristate-inverter, 344–346, *zie ook* CMOS
  - tristatebuffer, 98, 99, 344–347, *zie ook* CMOS
  - TWI, *zie* Two-Wire serial Interface
  - Two Wire Interface, 235
  - two's complement, *zie* representatie
  - Two-Wire serial Interface, 88, 255, 260, 267, 269–272
  - type checking, 11
  - typecasting, 68–70, 73–75, 233, 257
  - typedef**, 80, 164, 193
  - typedefinitie, 61, 100, 193
- ## U
- UART, *zie* Universal Asynchronous Receiver and Transmitter
    - gegevens van een DS1307 doorsturen, 275
    - met bibliotheek Peter Fleury, 250–253
    - ontvangen gegevens, 242
    - versturen en ontvangen met circulaire buffer, 245–249
    - versturen en ontvangen met interrupt, 243
    - versturen gegevens, 241, 242
  - UART-bibliotheek, *zie* Peter Fleury
  - uart\_fgetc(), 252–254
  - uart\_fputc(), 252–254
  - uart\_getc(), 247, 248
  - uart\_init(), 241, 242, 247, 248, 275
  - uart\_putc(), 248, 249
  - uart\_puts(), 248, 249, 275
  - uint8\_t, *zie* datatype
  - uitleg uitvoer bij AVRstudio, 380
  - uitvoer
    - geformatteerde, 34–36
    - ongeformatteerde, 36–37
  - UL, *zie* getallen
  - ULL, *zie* getallen
  - ultoa(), *zie* stdlib-bibliotheek

- Universal Asynchronous Receiver and Transmitter, 5, 236
  - Universal Synchronous and Asynchronous Receiver and Transmitter, 88, 235, 276
  - Unix, 16, 33, 177
    - ▀ end-of-line, 177
  - Unix-commando
    - ▀ *avr-gcc*, *zie ook* GNU C-Compiler voor AVR
    - ▀ *cat*, 37
    - ▀ *echo*, 40
    - ▀ *gcc*, *zie ook* GNU C-Compiler
    - ▀ *info*, 173
    - ▀ *ls*, 15
    - ▀ *make*, 377–382
    - ▀ *man*, 173
    - ▀ *touch*, 378
    - ▀ *vi*, 17
  - unsigned**, *zie* datatype
  - unsigned long long**, *zie* datatype
  - updateRTC()*, 141
  - USART, *zie* Universal Synchronous and Asynchronous Receiver and Transmitter
  - utoa()*, *zie* *stdlib*-bibliotheek
- V**
- variabele, 28
    - ▀ globale, 22, 29, 110, 245
    - ▀ lokale, 22, 29, 55
  - VCC, digitale voedingsspanning, 96, 118, 216, 240
  - vergelijkingsoperator, *zie* relationele bewerking
  - verkorte schrijfwijze, 56, 78, 82
  - vermogen, 3, 314, 318–319
  - vermogensverbruik, 314
  - verouderde notatie GNU C-compiler voor AVR, 376
    - ▀ *cbi()*, 124, 376
    - ▀ *inb()*, 376
    - ▀ *inp()*, 376
    - ▀ INTERRUPT, 376
    - ▀ *outb()*, 376
    - ▀ *outp()*, 376
    - ▀ *sbi()*, 124, 376
    - ▀ SIGNAL, 376
  - verversingsfrequentie, 105
  - verversingstijd, 105, 108
  - vi*, *zie* Unix-commando
  - Visser van Ma Yuan, 176
  - vluchtig, 6, 88, 101
  - void**, 13, 14, 26, 30
  - volatile, *zie* vluchtig
  - volatile**, 100, 101, 108, 123, 209, 218, 257, 284, 287
    - ▀ volatile pointer, 108
  - volume()*, 28
  - von Neumann, John, 7
  - voorrangsregels, 64, 80, 83, 84
  - voorwaardelijke opdracht, 41–52
    - ▀ *?:*, 51–52, 58
    - ▀ **case**, 47
    - ▀ **default**, 47
    - ▀ **else**, 43–44
    - ▀ **if**, 40, 42–44, 46, 50, 63
    - ▀ **if-else-if**, 46
    - ▀ **if-else-if** versus **switch**, 46, 49
    - ▀ nesten van **if**'s, 44–45
    - ▀ **switch**, 40, 46–51
  - voorwaardelijke preprocessoropdracht
    - ▀ **defined**, 303, 304, 325, 354
    - ▀ **#elif**, 101, 354
    - ▀ **#else**, 101, 303, 304, 325, 354
    - ▀ **#endif**, 101, 303, 304, 325, 354
    - ▀ **#if**, 101, 325
- W**
- watchdog*, 319–321
  - watchdog*-bibliotheek
    - ▀ *wdt\_disable()*, 320
    - ▀ *wdt\_enable()*, 320, 321
    - ▀ *wdt\_reset()*, 320, 321
  - watchdog*mechanisme, 320
  - watchdog*timer, 88, 122, 319
  - while**, *zie* herhalingsopdracht
  - white space, 43, 179, 181
  - WinAVR, 9, 17, 76, 92, 93, 373
  - Windows, 16, 33, 177, 324
    - ▀ end-of-line, 177
  - windows.h*, *zie* standaard Windows-bibliotheek
  - witte regels, 63
  - Wollan, Vegard, 9, 85
  - WriteCommByte()*, 326
- Z**
- zender, 236, 237, 239, 245
  - zonnebloem, 146